

УДК 669.017

**Д. В. Будин\***

Тульский государственный университет, г. Тула

\*nech47@yandex.ru

Научный руководитель - доц., канд. техн. наук Г.В. Сержантова

## УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОВЕДЕНИЯ ЗАКАЛКИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ СТАЛИ 40X

Рассмотрено влияние технологических параметров охлаждения деталей из стали 40X после закалки в вакууме. Применение закалки в вакууме позволило сократить последующую механическую обработку.

*Ключевые слова:* вакуум, закалка, отпуск, механическая обработка, твердость.

**D.V. Budin**

## IMPROVING THE TECHNOLOGY FOR QUENCHING OF STEEL 40X

The influence of technological parameters of cooling of parts of 40X steel after hardening in vacuum. The use of annealing in vacuum reduced the subsequent machining.

*Keywords:* vacuum hardening, temper, mechanical processing, hardness.

Для получения необходимого комплекса свойств стали подвергают термической обработке – закалке. Закалка осуществляется путем нагрева стали выше температуры фазовых превращений (выше  $A_{c3}$ ), выдержки при этой температуре и быстрого охлаждения. При проведении термической обработки в окислительной среде на поверхности образуется окисная пленка, возможно коробление деталей. Для предотвращения подобных дефектов необходимо проводить нагрев в вакууме.

Применение закалки в вакууме позволяет устранить или существенно сократить последующую механическую обработку и, соответственно, снизить припуски. Это особенно важно для изделий, имеющих сложную форму, высокую прочность и твердость. Сокращение объема механической обработки деталей приводит к значительному снижению их себестоимости.

В данной работе рассмотрены различные режимы проведения закалки в потоке инертного газа. В качестве материала исследования была выбрана сталь 40X. Термическую обработку проводили в печи ТРНЕ 40/40/60НР с разным давлением и скоростью циркуляции газа, при медленном нагреве в вакууме. С целью ускорения процесса применяли нагрев в атмосфере азота (99,998-99,999 % азота). Нагрев в данной среде

осуществляли до температуры 650 °С с последующим вакуумированием и дальнейшим нагревом в вакууме до температуры нагрева под закалку (~ 870 °С). Время выдержки при данной температуре составляло 15 мин. Последующее охлаждение проводили в среде азота по следующим режимам:

1 – давление 1 бар, скорость циркуляции соответствовала 30 % от мощности вентилятора;

2 – 3 бар, скорость циркуляции 50 % от мощности вентилятора;

3 – 5 бар, скорость циркуляции 100 % от мощности вентилятора;

4 – 7 бар, скорость циркуляции 100 % от мощности вентилятора;

5 – 9 бар, скорость циркуляции 100 % от мощности вентилятора;

6 – 11 бар, скорость циркуляции 100 % от мощности вентилятора.

В результате проведения термической обработки образцы сохраняли серебристый цвет, а твердость изменялась от 21HRC (режим 1) до 46 HRC (режим 6). Таким образом, изменяя условия охлаждения при закалке, получили необходимую твердость стали 40X.